

тому ознайомлення з інноваційними технологіями є важливим аспектом у підготовці майбутніх спеціалістів.

Література:

1. Sawmill House / Archier Studio. *Archdaily*: веб-сайт.URL: <https://www.archdaily.com/771906/sawmill-house-archier-studio>)
2. Seramco: Secondary Raw Materials for Concrete Precast Products. *Interreg North-West Europe*: веб-сайт.URL: <https://www.nweurope.eu/projects/project-search/seramco-secondary-raw-materials-for-concrete-precast-products/>
3. Бетон и его строительные альтернативы. *Homemania*. веб-сайт.URL: <https://journal.homemania.ru/article/nikakogo-betona-11-sposobov-ekologiceskoj-zameny>

УДК 624.014

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО ПЕРЕРІЗУ СТЕРЖНІВ СТАЛЕВИХ ФЕРМ

Левицька Ю.В., студ. гр. ПЦБ-523м

Науковий керівник – Купченко Ю.В., к.т.н., доцент
(кафедра Металевих, дерев'яних та пластмасових конструкцій,
Одеська державна академія будівництва та архітектури)

Анотація. Досліджується питання призначення ефективного конструктивного вирішення перерізу стержнів несучої конструкції покриття у відповідності з вимогами рівності стійкості, економічності, зниження трудомісткості виготовлення і корозійної стійкості.

Ключові слова: стержень, переріз, кроквяна ферма, гнучкість, коефіцієнт стійкості, рівності стійкості.

Результати досліджень. Одним з важливих завдань в області вдосконалення сталевих будівельних конструкцій є зниження їх матеріаломісткості, що може бути досягнуте на основі подальшого вивчення дійсної роботи конструкцій, вдосконалення розрахункових схем, розвитку конструктивної форми, вживання високоміцних сталей, використання ефективних типів поперечних перерізів елементів.

Традиційним вирішенням перерізів несучих конструкцій покриттів (кроквяних ферм) впродовж багатьох років є ферми з перерізами з парних кутків. Але таке рішення в найменшій мірі відповідає вимогам рівності стійкості, економічності, зниження трудомісткості виготовлення і корозійної стійкості.

Досягнення граничного стану сталевих стиснутих стержнів у більшості випадків відповідає втраті загальної стійкості. Оптимальним з точки зору витрат сталі є стержень, площа перерізу якого є найменшою при можливо максимальному значенні коефіцієнту стійкості φ . Значення коефіцієнту φ обернено залежить від гнучкості стержня і збільшується з ростом моменту інерції, тому доцільно розміщувати матеріал перерізу якомога далі від його центру ваги. Одним з головних принципів конструювання ефективних перерізів стиснутих стержнів є принцип рівності стійкості стержня [2, 3]. Перевірка загальної стійкості повинна бути виконана відносно кожної з двох головних осей перерізу, тому доцільно забезпечити рівність коефіцієнтів φ_x і φ_y , тобто рівність гнучкостей $\lambda_x = l_{ef,x}/i_x = \lambda_y = l_{ef,y}/i_y$. Ця умова може бути виконана за рахунок рівності радіусів інерції ($i_x = i_y$), якщо розрахункові довжини стержня в обох площинах дорівнюють одна одній ($l_{ef,x} = l_{ef,y}$), або регулюванням розрахункових довжин за допомогою спеціальних в'язей при $i_x \neq i_y$.

У відповідності з вище наведеним, для отримання стержня з мінімальною площею перерізу при конструюванні необхідно прагнути, щоб стержень її був рівності стійким відносно

осей $x - x$ і $y - y$, а для цього потрібно, щоб його гнучкість λ_x дорівнювала гнучкості λ_y . Перерізи з парних кутиків не відповідають вимогам рівностійкості. Таким вимогам відповідають перерізи з круглих або квадратних труб (рис. 1).

Враховуючи вище наведене для дослідної кроквяної ферми покриття прольотом 30 м (рис. 2) промислової будівлі підберемо перерізи стержнів із парних рівнобічних кутиків і замкнутих тонкостінних гнutoзварних профілів.

Визначаємо зусилля в елементах ферми за допомогою ПК ЛИРА САПР 2016 R5. Розрахункова схема ферми, епюра поздовжніх зусиль в елементах ферми представлені на рис. 3, 4.

Виконуємо підбір перерізів стержнів ферми згідно [1], виконуємо креслення кроквяної ферми на стадії КМД для двох варіантів перерізів стержнів.

Згідно складеної специфікації сталі на відправну марку ферми вага відправної марки ферми з перерізами з парних рівнобічних кутиків складає 1049 кг, а відправної марки ферми з перерізами з гнutoзварних прямокутних труб складає 727 кг. Відповідно, ферма з перерізами з гнutoзварних прямокутних труб менш металоємна на 30,7 %. Крім того, при виготовленні ферми з перерізами з гнutoзварних прямокутних труб зменшується трудомісткість у зв'язку із застосуванням безфасонкових вузлів в порівнянні з фермами з перерізами з парних рівнобічних кутиків, де вузли з фасонками.



Рис. 1. Втрата стійкості стержня з перерізом з круглої труби

Ферми з перерізами з гнutoзварних прямокутних труб мають більшу корозійну стійкість в порівнянні з фермами з перерізами з парних рівнобічних кутиків – в зазорі між парними кутиками скупчується пи́л, ці місця не піддаються очищенню і фарбуванню, наступають процеси завчасної корозії.

Суттєва різниця в металоємності ферм з перерізами з гнutoзварних прямокутних труб в порівнянні з фермами з перерізами з парних рівнобічних кутиків пояснюється наступним:

1. Стійкість стиснутих стержнів ферми перевіряється в двох площинах – в площині ферми і з площини ферми. Стержні з перерізами з гнutoзварних прямокутних труб в порівнянні з стержнями з перерізами з парних рівнобічних кутиків є рівностійкими і, відповідно, надають економію перерізу.

2. Тип кривої стійкості [1] для перерізів з парних кутиків – «с», а для перерізів з гнutoзварних прямокутних труб – «а». Відповідно до [1], значення коефіцієнтів стійкості для типу кривої стійкості «а» (для перерізів з гнutoзварних прямокутних труб) вищі ніж для типу

кривої стійкості «с» (для перерізів з парних кутиків). Наприклад, для стиснутого стержня верхнього поясу ферми при відносній гнучкості $\bar{\lambda} = 2,12$ значення коефіцієнта стійкості дорівнює $\varphi = 0,861$ для перерізу з гнutoзварної прямокутної труби, і в цьому ж випадку для перерізу з парних кутиків значення коефіцієнта стійкості дорівнює $\varphi = 0,684$. Відповідно, коефіцієнт стійкості $\varphi = 0,861$ для перерізу стержня з гнutoзварної прямокутної труби в порівнянні з коефіцієнтом стійкості для перерізу з парних кутиків $\varphi = 0,684$ вищий на 20,6 %.

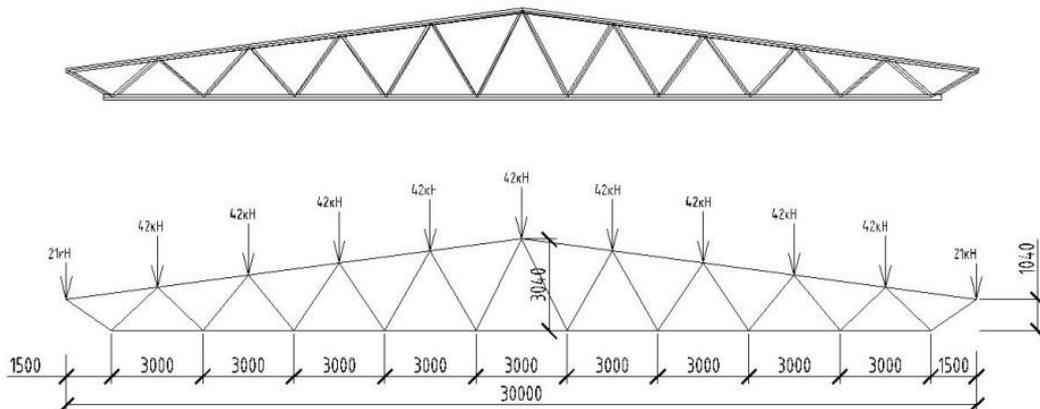


Рис. 2. Конструктивна схема кроквяної ферми

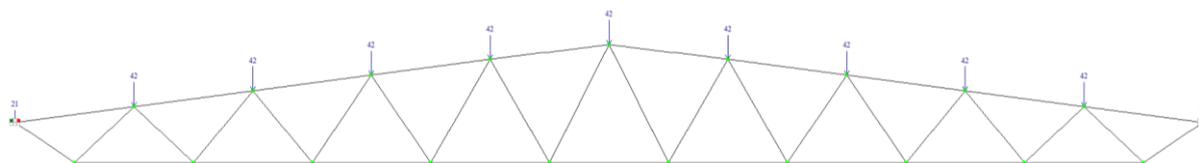


Рис. 3. Розрахункова схема ферми у ПК ЛИРА САПР

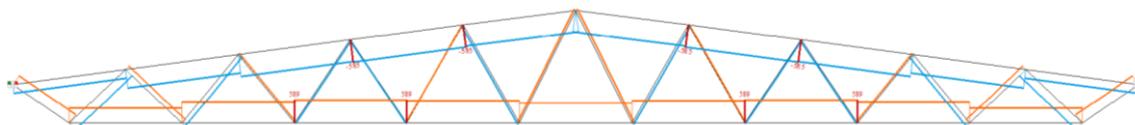


Рис. 4. Поздовжні зусилля в елементах ферми

3. Додаткова ефективність – це різні умови роботи стиснутих елементів решітки сталевій ферми. Згідно з нормами [1] для стиснутих основних елементів (окрім опорних) решітки складеного таврового перерізу з двох кутиків в зварних фермах покриттів і перекриттів при розрахунку на стійкість даних стержнів з гнучкістю $\lambda \geq 60$ коефіцієнт умов роботи дорівнює $\gamma_c = 0,8$. Для стержнів з перерізом з гнutoзварної прямокутної труби значення коефіцієнта умов роботи складає $\gamma_c = 1,0$, що дає різницю в 20 % для стиснутих стержнів з гнучкістю $\lambda \geq 60$.

Висновок. Для дослідної кроквяної ферми ефективним конструктивним рішенням перерізу стержнів у відповідності з вимогами рівностійкості, економічності, зниження трудомісткості виготовлення і корозійної стійкості є переріз із замкнутих тонкостінних гнutoзварних профілів. Кроквяна ферма з перерізами стержнів з гнutoзварних прямокутних труб менш металоємна на 30,7% в порівнянні з перерізами стержнів з парних рівнобічних кутиків.

Література:

1. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. К.: Мінрегіон України, 2014. 199 с. (Державні будівельні норми України).
2. Нілов О.О., Пермяков В.О., Шимановський О.В., Білик С.І. та ін. Металеві конструкції. К.: Сталь, 2010. 869 с.
3. Купченко Ю.В., Сінгаївський П.М. Металеві конструкції. О.: ОДАБА, 2018. 228 с.